

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-525715

(P2002-525715A)

(43) 公表日 平成14年8月13日 (2002. 8. 13)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テコード* (参考) |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------------------|
| G 0 6 F 17/60 | 1 7 0 1 0 6 | G 0 6 F 17/60 | 1 7 0 C 3 C 1 0 0 1 0 6 |
| G 0 5 B 19/418 | | G 0 5 B 19/418 | Z |
| G 0 6 F 19/00 | 1 2 0 | G 0 6 F 19/00 | 1 2 0 |
| G 0 6 N 3/00 | 5 5 0 | G 0 6 N 3/00 | 5 5 0 C |
| 審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 31 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願2000-570695(P2000-570695)
 (86) (22) 出願日 平成11年9月10日 (1999. 9. 10)
 (85) 翻訳文提出日 平成13年3月16日 (2001. 3. 16)
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 9 / 2 0 9 8 3
 (87) 国際公開番号 W O 0 0 / 1 6 2 2 8
 (87) 国際公開日 平成12年3月23日 (2000. 3. 23)
 (31) 優先権主張番号 0 9 / 1 5 4 , 3 7 3 *Publicly-known literature 2*
 (32) 優先日 平成10年9月16日 (1998. 9. 16)
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

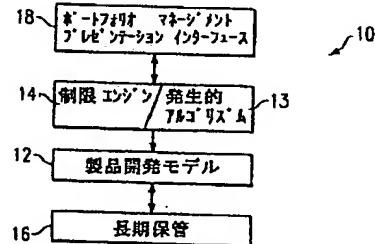
(71) 出願人 アイ 2 ・ テクノロジーズ ・ インコーポレイ
 テッド
 アメリカ合衆国75234テキサス州ダラス、
 ルーナ・ロード11701番
 (72) 発明者 ジョナサン・エム・チャーネフ
 アメリカ合衆国02186マサチューセッツ州
 ミルトン、セントラル・アベニュー148番
 (72) 発明者 クリシュナ・クマー
 アメリカ合衆国02138マサチューセッツ州
 ケンブリッジ、クレーギー・サークル・ナ
 ンバー38、8番
 (74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外 2 名)
 Fターム (参考) 3C100 AA05 AA16

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンピュータによる製品開発プランニング方法

(57) 【要約】

製品開発プランニングのためにコンピュータ上で実行されるシステム (10)。このシステム (10) は、企画製品や、開発のためにタスクやリソースが使われるという見地でのビジネス企業を作る。発生的アルゴリズム (13) と制限エンジン (14) で構成される最適化エンジンは、製品のポートフォリオやスケジュールの候補を制限するために、モデルの上で実行される。発生的プロセスに従ってスケジュールは評価され、“改良した” ポートフォリオ (portfolio) 候補を作成するのに用いられる。このプロセスは製品の優先権、および利益の最大化のような基準で計られパイプライン スケジュールの改良のために続けられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンポーネント モデル タイプで定義されコンピュータシステム内に蓄積し製品が作られることを意味する複数のコンポーネント モデル、タスク モデル タイプで定義されコンピュータシステム内に蓄積しコンポーネントを進歩させるために実行される複数のタスク モデル、リソース モデル タイプで定義されコンピュータシステム内に蓄積しタスク実行時にすぐに利用できるリソースとして位置付けられる複数のリソース モデル、最適化エンジンで決定された製品のセットを生産するために選ばれたタスクのセットと割り当てられたリソースを表示した少なくとも1つのパイプライン 画面、また最適化エンジンで決定された、いわゆる生産物のセットから成る少なくとも1つのプロダクトポートフォリオ 画面から構成される、企業の生産管理向けの最適な開発プランをコンピュータ上でモデルリングし、最適化エンジンにより維持し、操作するコンピュータシステム。

【請求項2】 最適化エンジンがポートフォリオ 画面のために複数のポートフォリオ候補を提供する発生的アルゴリズムを有する、請求項1記載のシステム。

【請求項3】 発生的アルゴリズムの染色体が見こみのある生産シーケンスを示す、請求項1記載のシステム。

【請求項4】 最適化エンジンがパイプライン 画面のための候補スケジュールを設計するための制限エンジンを有し、強制エンジンはモデルとの関連性を制限するためにスケジュールサブジェクトを構築する、請求項1記載のシステム。

【請求項5】 制限エンジンが制限に違反しているかどうかを基準としてスケジュールを評価する、請求項4記載のシステム。

【請求項6】 ポートフォリオ 画面が、ポートフォリオと関連付けた財務上の尺度を提供する、請求項1記載のシステム。

【請求項7】 タスク モデル タイプが、タスクを行うためのリソースを選ぶことができることを意味するリソース選択特性を有する、請求項1記載のシステム。

【請求項8】 コンポーネント モデル タイプが、コンポーネントにタスクを提供することを示すタスク ネットワーク特性を有する、請求項1記載のシステム。

【請求項9】 リソース モデル タイプが、タスクにリソースを分配するルールを示す能力特性を有する、請求項1記載のシステム。

【請求項10】 発生的アルゴリズムを有する最適化エンジンと制限エンジン、そして企業で製造するために提案した製品を示されかつプロダクト モデルタイプで定義されてコンピュータ システムに蓄積した複数のプロダクト モデル、製品をどのようなコンポーネントで製造するかを示すコンポーネント モデルタイプで定義されてコンピュータ システムに蓄積した複数のコンポーネント モデル、コンポーネントの開発において成されるタスクを示すタスク モデル タイプで定義されてコンピュータ システムに蓄積した複数のタスク モデル、タスクを行う時に利用できるリソースを示しリソース モデル タイプで定義されてコンピュータ システムに蓄積した複数のリソース モデル、一組の製品の生産に用いられる一組のタスクと、割り当てられたリソースを表示した少なくとも1つのパイプライン モデル 画面、また一組の製品を表示する少なくとも1つの生産ポートフォリオ 画面、ポートフォリオ 画面の候補として生産のシーケンスを提供することが可能な発生的アルゴリズム、制限モデルにおけるシーケンス サブジェクトのためのスケジュールを提供することが可能な制限エンジンから構成されるコンポーネントを有する企業モデルで構成され、ここで、発生的アルゴリズムと制限エンジンは、制約違反という見地からのシーケンスの評価とシーケンスの開発を共同で行い、このようにしてポートフォリオ 画面とパイプライン 画面が進歩する、コンピュータシステム上で企業の生産開発マネジメントに利用するための製品ポートフォリオを表示する、データ提供システム。

【請求項11】 変化によってますます増加する傾向のある、ユーザーや、ポートフォリオ 画面の修正によるモデル入力の変化に最適化エンジンが応答可能な請求項10記載のシステム。

【請求項12】 発生的アルゴリズムの染色体が、見込みのある製品を優先することを示す、請求項10記載のシステム。

【請求項13】 制限エンジンが、制限が違反されているかどうかを基準としてスケジュールを評価する、請求項10記載のシステム。

【請求項14】 ポートフォリオ 画面が、ポートフォリオと関係付けた財務上の尺度を提供する、請求項10記載のシステム。

【請求項15】 タスク モデルが、タスクを行うためのリソース選択肢をさらに表示する、請求項10記載のシステム。

【請求項16】 コンポーネント モデル タイプが、コンポーネントに提供されるタスクを表示するタスク ネットワーク特性を持つ、請求項10記載のシステム。

【請求項17】 そのシーケンスが、最大限の利益を引き出せるか評価する、請求項10記載のシステム。

【請求項18】 さらに、それぞれの画面や、モデルの画面を提供するためのプレゼンテーション レイヤーで構成される、請求項10記載のシステム。

【請求項19】 リソース モデル タイプが、タスクにリソースを分配するためのルールを示す能力特性を持つ、請求項10記載のシステム。

【請求項20】 おのおのは企業が製造した企画製品を示しプロダクト モデル タイプで定義されてコンピュータ システムに蓄積した、複数のプロダクト モデル、おのおのは製品がどのようなコンポーネントで製造されるかを示し、コンポーネント モデル タイプで定義されてコンピュータ システムに蓄積した複数のコンポーネント モデル、おのおのがコンポーネントの開発において成されるタスクを示し、タスク モデル タイプで定義されてコンピュータ システムに蓄積した複数のタスク モデル、おのおのがタスクを行う時に利用できるか、またリソースをタスクに分配するルールを示しリソース モデル タイプで定義してコンピュータ システムに蓄積した複数のリソース モデル、少なくとも以上のコンポーネントを持つ企業モデルを伴う企業のモデリング 候補になったポートフォリオである、製品のシーケンス選択、シーケンスのスケジュールの設計、およびモデルで制限されたスケジュール サブジェクトから構成された制限エンジンで行われる設計過程、制限の違反という見地からのシーケンスの評価、評価過程のルールを基準とした新しいシーケンスの生成、および発生的アル

ゴリズムで行われる生成過程、そして多数の反復をした設計、評価、生成過程の繰り返し、という過程で構成され、コンピュータシステム上で企業の生産開発マネージメントで利用するための製品ポートフォリオを表示する、データを提供する方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、企業においてコンピュータで実行するマネージメントに関し、とりわけ製品ポートフォリオを開発するためのプランニングのシステムと方法に関する。

【0002】**【従来技術】**

コンピュータで実行されるプランニングやスケジューリングのシステムの利用が工場や他企業で増加している。そのようなシステムは企業の環境をモデル化すると共に、その環境の制約内で消費者の要求を満たすために製品の生産スケジュールを立てている。

【0003】

一般的に、プランニングとスケジューリングの問題は、制約付き最適化の問題とみることができる。例として、ある製造環境において、1つのリソースに一組のタスクを配分する問題を考えてみる。また、それぞれのタスクに期限があつて、その期限までに完了するようにそれぞれのタスクをスケジュール化するのが目的であると仮定する。この問題の取り組む一方法としては、開始時間の隙間を探すようなものである。その場合で問題となるのは、スタート時間を変数とし、タスクが重なってはいけないという制限があり、さらに期限を超えないという目標を伴う制約付き最適化の問題である。

【0004】

スケジューリングとプランニングの問題をコンピュータによる方法で適切に処理していない企業活動には、新製品の開発が挙げられる。企業は新製品開発に、企業の戦略的な位置づけや収益の増大の期待をかけている。そのために、企業のプロダクトポートフォリオの最適化、つまり、どの製品を作り、リソーススケジュールを関連させるかの選択に重点を置いている。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

他の種の企業マネジメントに開発されてきた多くの既存のテクニックとツールはポートフォリオ プランニングに応用できる。たとえば、テキサス州アーヴィングのi2テクノロジー社は、供給連鎖マネジメント システムを提供している。この供給連鎖マネジメントに使っている多くのモデリング構造とプロセスは、製品開発マネジメントに適用できる。しかし、ポートフォリオ プランニングで発生する特徴的な問題がために、製品開発のために特に立派したモデルが必要になっている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の一面は、“最上の”プロダクト ポートフォリオを意味するデータ提供のためのシステムで、企業の製品開発マネジメントに使用するためのものである。このシステムは、発生的アルゴリズムと制限エンジンの両方を用いる最適化エンジンを有している。最適化エンジンは次のようなコンポーネントを持つ企業モデルに効果を表す；

企業での製造を提案された製品を表すプロダクト モデル、製作する製品で構成されることを表すコンポーネント モデル、コンポーネントの発展を実行するためのタスクを表すタスク モデル、そしてタスク実行に役立てて利用可能なリソースを示すリソース モデル。発生的アルゴリズムは、ポートフォリオの候補になる、製品のシークエンスの供与に用いられる。制限エンジンは、それぞれのシークエンス、サブジェクトをモデルで制限するためのスケジュールを構築する。発生的アルゴリズムと制限エンジンは、それぞれのシークエンスをモデルと関連した制限の制限違反という見地から評価し、よりよいシークエンスを与えるための反復過程を共同で行う。この過程の結果、は“最高の”ポートフォリオ、それは、最も制限を満足させるもので、ポートフォリオの発展のためのパイプラインを表すデータと同様である。制限違反は利益といった目標基準に移すことができ、それによって最適化は利益の最大化という見地になる。

【0007】

本発明の新奇性は、プロダクト パイプラインの制限においてプロダクト ポートフォリオ サブジェクトを最高に活用することである。システムはすばやく

よい回答に収束するが、一方、ますます増加するスケジュールの変更を即座に増殖させることもできる。

【0008】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明によるコンピュータ実行型製品ポートフォリオ マネージメント システム10のソフトウェア アーキテクチャを示すブロック図である。システム10は、典型的なコンピュータ コンポーネント、つまりプロセッサ、メモリ、記憶デバイス、および入出力デバイスを有するコンピュータ上で実行可能である。動作においては、システム10は既存の生産概要に使用でき、また、利益の最大化の如くの明確なゴールを最適化する製品ポートフォリオの立案にも使用できる。

【0009】

システム10の典型的なユーザーは、製品の売上に大きい比重を置いている製造企業である。そのような企業は、いつでも開発に取りかかる製品を数十から数百も抱えているかもしれない。販売枠が限られていることもあって、新製品の発売時期は特に重要である。そのような企業としてはハイテク企業、家電企業、自動車会社、製薬会社などがある。企業が、製品開発活動の管理にシステム10を使用する。即ち、システム10はどの製品を、どこで、いつ開発するのかを決定するに当り支援する。

【0010】

システム10の1つのコンポーネントは、製品開発プロセスのモデル12である。以下に説明するように、モデル12は、求められている製品と現行製品という見地からみたビジネス企業のモデルである。製品は、リソースを利用するタスクを必要とするコンポーネントを有している。モデル12は製品ポートフォリオを表していると共に、同時に、パイプライン、即ち、そのポートフォリオのための全てのタスクとリソースの集合をも表している。

【0011】

発生的アルゴリズム(genetic algorithm) 13はモデル12を利用して、スケジュール化され評価される種々の製品優先優先順位を画定する。制限エンジン1

4もこのモデル12を利用してこれらのスケジュール、即ち、製品開発に必要なタスクを策定すると共に、タスクへのリソースの割り当てを行う。説明しているこの例においては、制限エンジン13と発生的アルゴリズム14とは別個のプロセスである。しかしながら、システム10は、両方の機能を統合したエンジン13を用いることができる。

【0012】

長期保存のために、モデル12、発生的アルゴリズム13、および制限エンジン14は長期保存メモリ16に記憶されている。しかしながら、ポートフォリオ マネージメントの問題を解決する本発明の動作中では、システム10のコンポーネントは、スピードと効率のためにアクティブ コンピュータ メモリの中に保持される。

【0013】

プレゼンテーション インターフェース18はユーザーのために対話式視覚化 (interactive visualization) を行う。種々の画面はプランニング プロセスの異なった見地や、異なった社員に適している。

【0014】

システム10はオブジェクト指向テクニックを用いて実行されるものであってもよい。以下に説明するように、オブジェクト指向コンセプトでは、高度の対話式のユーザー インターフェースが得られるのみならず、複合企業を描写する内部表象も同様に得られる提供する。

【0015】

大抵、システム10は、クライアント サーバ システムの如く、コンピュータのネットワーク上で実行される。事実、システム10の典型的な適用はシステムの分配であって、異なるワークステーションを使っている複数の社員には、彼らの仕事の職務をとりまく決定事項に適切な情報が行き渡るようになっている。例えば、以下に説明するように、システム10は、ポートフォリオ マネージャー、マスター プランナー、ライン マネージャー、そしてプロジェクト マネージャーのように、社員ごとに異なった画面提供する。

【0016】

製品開発モデル

図2に示したように、モデル12は、それなりの属性を有するいくつかのモデルタイプで構成されている。各モデルタイプごとに、それらのために派出した種々のモデルが全て製品開発モデル12を構成している。

【0017】

たとえば、製品モデルタイプ21は、計画製品、即ち、企業が製品化するかかもしれない製品となっている種々の製品モデルを定義するのに利用する。製品はコンポーネントの分業(breakdown)という点から説明される。製品は「アクティブ」であったり、「インアクティブ」であったりすることがある。一般に、プロダクトポートフォリオ26に含まれる製品はアクティブプロダクトとなる；さもなければ、それは計画製品でしかない。プロダクトモデル21の、他の属性の例としては、ステージ、戦略価値、そして種々の財務管理がある。後者には、製品の完了期限に応じた全ライフサイクル予測売上高や時間経過に伴って変動する予測生産コストとが含まれている。

【0018】

コンポーネントモデルタイプ22は、それぞれのプロジェクトのコンポーネントを示すコンポーネントモデルを定義する。コンポーネントモデル22の、他の属性の例としては、タスクネットワーク、販売促進(sales multipliers)、他のコンポーネントとの優先関係、生産（開発ではない）コスト、そして生産能力がある。コンポーネントのためのタスクネットワークは、コンポーネントを構築するのに必要な仕事である一つか、複数のタスクと、タスク実行期間および付随タスクである。コンポーネントにはポートフォリオブースト(boost)があってもよく、その場合、オプションのコンポーネントを盛り込むと、製品の予測収益を増大させることにもなるであろう。ポートフォリオブーストの例としては、コンピュータ内にCD-ROMを組み込むと、収益が10%増加すると言った例がある。コンポーネントはあるコンポーネントが他のコンポーネントの一部になると言ったように、循環的なものである。

【0019】

製品21とコンポーネント22の両者は優先度を有する。優先度はタスクが計

画される順を決定するのに用いられる。よって、高い優先度の製品やコンポーネントのタスクは、リソースを得るチャンスが高くなるだろう。

【0020】

タスク モデル タイプ23は、特定のコンポーネントの開発に要するタスクを示すタスク モデルを定義している。タスク モデル タイプ23は次のような属性を持つ、即ち、継続期間、変化、リソースの選択。リソースの選択は、生産性の変化（異なる継続期間や継続期間の変更に伴う）や、タスクに要するコストの違いをもたらす。

【0021】

リソース モデル タイプ24は、能力、日程、このリソースのペアレントー集団のグループ化、およびコスト構造等の属性を持っている。能力は有限だが、時間経過（over time）に伴う変化がある。例えば、6人から成るデザイン グループが3月から7人になると言った具合に。リソースが階層的に形成されているので、現在進行している明確なプランと同様に、将来の集合プランを明記したプランニング ファネル(planning funnel)が可能になる。

【0022】

また、モデル12は、モデルのデータから得られる「画面」を出す。それらの画面、即ち、ポートフォリオ25とパイプライン25とは発生的アルゴリズム13と制限エンジン14により構築されると共に、モデル データの部分集合を含んでいる。

【0023】

プロダクト ポートフォリオ 画面25はアクティブ プロダクトの組を表示する。ポートフォリオ25は、発生的アルゴリズム13と制限エンジン14が実行した製品開発企画プロセスの結果である。よって、それは、それぞれの製品コンポーネント間における全ての選択権と選択肢の結果を特定している。また、ポートフォリオ25は選ばれたコンポーネントのスケジュール、つまり、コンポーネントにおけるリソースの分配やタスクの開始日を指定している。

【0024】

ポートフォリオ25は種々の財務マネージャー属性を有する。ポートフォ-

リオのスケジュールに従って製品を市場に出すことによって、予測売上や予測コストが得られる。ライフ サイクル コストには2つのコンポーネント、即ち、開発コストと生産コストとがあるである。開発コストは全てのタスクの総コストである。生産コストは非依存性インプットであり、またどんな要素であろうとも、ユーザーの希望が基準になる。予測利益は、予測ライフ サイクル売上高から予測コストを差し引いたものである

【0025】

コストを得るための例として、選択された製品がコンポーネントYを有すると仮定する。このコンポーネントにはある関連タスクがある。特にこのタスクは選択されたリソースで実行されたとする、例えば、市場調査タスクが内部リソース、または外部リソースで実行されるであろう。同様に、タスクは時間調整選択をするだろう。なぜならそれぞれのリソースはコスト構成と関連しており、どのタスクを選び、いつ行うかの選択は与えられたコストで決まってくる。

【0026】

製品パイプライン画面26は、リソースのセットと、アクティブ プロダクトに対してリソースがスケジュールされた（割り当てられた）全てのタスクから成る。基本的に、全てのリソース モデルはパイプラインで使われる。アクティブ プロダクト用に選択されたコンポーネントと関連のあるそれらのタスクも、パイプラインの一部となるだろう。ポートフォリオ25と同様に、パイプライン26は製品開発の計画過程の結果を示している。

【0027】

ポートフォリオ26の最適化は、可能な限りの高い利益を伴う（または他の目的基準を達する）ポートフォリオを探すことを意味する。問題は、コンビネーション サーチ問題として、発生的アルゴリズム13と制限エンジン14で与えられ、コンポーネント選択、リソース 選択、タイミング選択で最高のポートフォリオをもたらす糸口になる。

【0028】

予測利益の如くの希望のゴールは、種々の制約で最適化されたサブジェクトである。制約の例としては、開発能力、製品／構造の戦略（優先順位）、時間依存

売上高、タスク優先度、凍結した開発のリソースへの参加、リソース選択、そしてコストがある。優先度の制約の例としては、タスクBはタスクAに続かなくてはならない、といったものがある。リソース選択制約の例には、タスクAはリソース1, 2, または3で行うことができるが、4, 5は利用できない、などがある。

【0029】

時間とは日のことを意味する。予想される使用では、プランニングの限度は一年から五年で、日々、週ごと、月々にモデルの実例データの種々の部分の改正と伴う。

【0030】

典型的な応用例は、プロダクト モデル タイプ21、コンポーネント モデル タイプ22、タスク モデル タイプ23、そしてリソース モデル24が最初の企業モデルを構築する。モデルの実例とそれらの特性の評価は個々のユーザーによって与えられる。ポートフォリオ画面25とパイプライン26の評価は、発生的アルゴリズム13と制限エンジン14によって、システム10の実行中に直接構築される。

【0031】

ダイナミック計算モデルの属性の例としては製品開発コストがある。開発コストは、個々のスケジュール（どのリソースが使われるか、とそのタイミング）の関数であり、また制限エンジンのスケジュール構築過程における割り当てられた評価である。開発コストは、モデル12に入力される計画生産コストと対比させることができる。しかし、下記に説明するように、例えば利益が最大になる最適なプロダクト ポートフォリオの模索において、両方とも関数となる。

【0032】

制限エンジンと発生的アルゴリズム

発明の特徴は、発生的アルゴリズム13と制限エンジン14を両方とも用いる点にある。最適化されたポートフォリオの提供における問題は、製品のセットを優先させること、そしてプロダクトのセットの構築を要求するスケジューリング タスクとの2つに分けられる。

【0033】

後で詳細に説明するように、普通、発生的アルゴリズム13は製品の優先順リスト（シーケンス）を出すのに用いられる。制限エンジン14は、コンポーネント、リソース、タイミングの選択、決定を伴う製品の特定のシーケンスの策定に求められるタスクのスケジュールの構築に用いられる。言い換えれば、制限エンジン14で作られたスケジュールは、コンポーネントの種々のタスク ネットワーク属性でもたらされたリソース選択とタイミング選択を決定する。システム10におけるそれらの2つのコンポーネントは機能上でまったく異なるが、それらは共同で“最適化エンジン”として見なすことができる。

【0034】

従来の発生的アルゴリズムと同様に、発生的アルゴリズム13は発展過程の暗喩からその挙動を引き出す。自然界のこの過程は、その状況の中でリソースのために競争するオブジェクトに要約されるように見える。いくつかのオブジェクトは生存競争に備えているし、また、生存して遺伝物質を広めていることさえあり得る。一般に、発生的アルゴリズムは、「染色体」と称するあり得る解決策の個体群にオペレーター（クロスオーバーと転換）を適応させることにより機能する。遺伝物質がある染色体から他の染色体に交錯すると、このクロスオーバーは（簡易化した）発生的現象に類似したものとなる。発生的アルゴリズム14が辿る全体的な過程は、可能なソリューション（染色体）の集合（個体群）の適合性を評価することである。従って、クロスオーバー、再生、転換などの操作を行うことによって、新しい個体群を作成する。古い個体群の廃棄し、新しい個体群の利用を繰り返す。

【0035】

コンピュータで実行するスケジューリングを用いた発生的アルゴリズムの一例は、発明の名称を「Generation of Schedules Using a Genetic Procedure(発生的手順を用いたスケジュールの作成)」とする米国特許第5,319,781号に開示されている。そのアルゴリズムは、本発明のモデル12で使えるようにすることができる。発生的アルゴリズムの他のバリエーションも利用可能である。

【0036】

発生的アルゴリズム13と制限エンジン14で提供される、商業的にすぐ利用できる製品はRHYTHM OPTIMAL SCHEDULERツールで、i2テクノロジー社製のRHYTHM製品ファミリーの一つである。それらのツールは、本発明で記述した問題の解決のために、モデル12で使えるようにすることができる。

【0037】

本発明においては、最適化は次のような追求問題 (search problem) を提出する。限定されたリソースに照らし合わせてスケジュールを構築するとき、予測利益が最大になる製品の優先度を見出す。サーチ スペースには、製品の優先ど、製品の形状、計画遂行の戦略 (たとえば作成か購入か)、実行時期の選択等の組合せがある。一例を挙げれば、最適化の問題には200個の計画製品がからんでいることもあり、それぞれの計画製品には、各操作に1.5の代替リソース、期間としては1年とかの高度な工場オーダー (ルーチング) のついたコンポーネントの構成が、異なったコンポーネントごとに10のオプションが伴っていることもある。

【0038】

発生的アルゴリズム13のそれぞれの染色体は特別優先度のある製品の集合を表している、すなわち製品のシークエンスである。本明細書での「優先 (prioritization)」なる用語は、好ましい時に好ましいリソースを得ることのできる製品の能力を意味する。染色体で表される製品の特別なシークエンスはこの製品の優先度と対応している。

【0039】

優先度は、ユーザー入力値と発生的アルゴリズム13が割り当てた値の組み合わせである。たとえば、200製品の提案の集合は、優先カテゴリーが五つに、即ち、「優先度1」～「優先度5」に区画されている一方で、モデル12に入力される (製品モデル21に割り当てられた値による)。この場合、発生的アルゴリズム13はそれぞれのカテゴリー内の優先順位決めるのに用いることができる。

【0040】

ある集合、例えば、優先度Xの50製品の集合の場合では、50!の可能な優先順位 (シークエンス) が存在するだろう。所定のシークエンスに対して、最適

なスケジュールを構築し、スケジュールを評価し、スケジュールにスコアを割り当てるために制限エンジン14が用いられる。このスコアはそれぞれの制約を違反したペナルティの和から出される。そしてスコアはシーケンスに関連する染色体に付随させる。そして、発生的アルゴリズム13は染色体とそのスコアとを利用して新しい染色体を生成する。

【0041】

図3は最適化エンジン（発生的アルゴリズム13と制限エンジン14）のプロセスを説明している。ステップ31で、発生的アルゴリズム13は製品のトライアル シーケンスを生成する。このトライアル シーケンスは“提案されたポートフォリオ”と見なすことができる。ステップ32では、制限エンジン14がこのシーケンスのためのスケジュールを作成し、ステップ33でスケジュールが評価されてスコアがつく。ステップ34はシーケンスとスケジュールが最良か、そうでないかを決定する。「最良」とは、例えば利益最大化のような目的基準で決定される。もし最良でなければ、そのシーケンスとスコアは発生的アルゴリズム13に戻され、そこで新しい（そしてもしかするとより良い）シーケンスを作成する。

【0042】

システム10の特徴は、漸増的もしくは全体的な最適化をもたらすその能力と、起こりうる事態(what-if hypotheses)に対処する能力を備えているところにある。例えば、もしあるコンポーネントが失敗したなら、漸増的最適化が行われることになるだろう。システム10は代替解決策を得るのに用いることができる。全体的最適化は、例えば利益のような具体的なゴールを最適化する提案されたポートフォリオをもたらしてくれる。「もしも、」と言ったような質問(what-if type queries)を入力するためのモデル編集画面については、図9を参照しながら以下に説明する。

【0043】

プレゼンテーション インターフェース

プレゼンテーション インターフェース18は、モデル12の倉フック表象を表示するディスプレイの画面をサポートする。モデル12は、異なる社員が意思

決定や、製品開発でのその社員の役割にふさわしいモニタのためにモデル12を用いる場合のように、異なる目的ごとに違った風に表示できる。以下に示すように、画面は、財務、プログラム管理、リソース割り当ての3つのメイン カテゴリに分かれている。全ての画面のタイプは報告と質問の両方に用いることができる。

【0044】

図示したように、スクリーン表示はウィンドウ形式で、この形式に通常関連している画像インターフェースの特徴を有している。ユーザーは、キーボード入力やポインティング デバイス (マウス) によるカーソルの動きとかの標準的なインターフェース ツールを使って、プレゼンテーション レイヤー18と互いに作用している。一般的なウィンドウズ型 ディスプレイにありがちな、ディスプレイの上方や下方に見られる種々のツールバー、メニューバー、ファイル識別子などは図示していない。

【0045】

図4はシステム10の製品定義画面40の一例である。画面40は見込みのある製品やコンポーネントを定義し、またいくつかのウィンドウ40a-40cを有する。図示の例での画面40にあつては、製品は自動車であり、そのコンポーネントの一つ、即ち、ダイが種々のタスクとともに表示されている。ウィンドウ40aでは、製品は「ツリー」構造でグラフィック表示されている。ダイCX322の下にリストされているように、特にコンポーネントと関連しているタスクを表示することができる。タスク ウィンドウ40bでは、それらのタスクを開始日、終了日、期間と共にリストしている。また、タスク ウィンドウ40bでは、タスク間の依存した繋がりであるタスク ネットワークも描いている。全部のタスク ネットワークが完成すれば、コンポーネントのデザインが完成する。リソース ウィンドウ40cは明確なコンポーネントのデザインを要求されたタスクを図解している。

【0046】

図5はタスク ウィンドウ40bがリソース スケジュール ウィンドウ40dと入れ替わった画面40を示している。前述したように、コンポーネントと関連のあ

る与えられたタスク ネットワークのために、いったんコンポーネント、リソース、そしてタイミングの選択がなされれば、手動もしくは制限エンジン14で、スケジュールはウィンドウ40cに表示可能である。全てのポートフォリオのスケジュール組み合わせが、パイプライン 画面25を構成する。

【0047】

図6はモデル12のポートフォリオ 画面60を示している。画面60は、タイミングと財務データとともに、ポートフォリオのために選択されたそれぞれのプロダクト モデル21をリストしている。ポートフォリオに関連した財務の属性は、前述したとおり、ポートフォリオの要約した財務詳細を提供するのに用いられる。

【0048】

図7はモデル12のタスク経過の画面70を示している。この画面60は選択した製品、タスク経過、そして予想されたタイミングからの変動を示している。

【0049】

図8は製品モデル12の販売計画画面80である。前述したように、それぞれの製品は計画された販売特性を持ち、それが画面80を提供するのに用いられる。

【0050】

図9は「追加計画」画面90で、制限エンジン14の「もしも、」に対する対処性を説明している。この画面90では、ユーザーがポートフォリオ25にプロダクト モデル21を追加できるようになっている。（制限）エンジン14はパイプライン モデル25を修正し、財務結果を計算し表示する。

【0051】

図10はシナリオ エディター 画面100を描いている。画面100はマネージャーまたは他の社員が様々なリソース モデル24の中の投資（もしくは投下資本引上げ）対象から成る投資のシナリオを創作することを許している。そして、制限エンジンは現在のポートフォリオ25とパイプライン26を基にして財務結果を計算し、その結果を表示する（図示してない）。

【0052】

本発明を詳しく説明してきたが、これに関しては添付の請求事項で定義したように、発明の精神と視野を外れない範囲で数々の変更、代用、改造が容易に想到し得るところである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 発明に従った製品開発マネジメントシステムの概略図である。

【図2】 図1における、製品開発モデルの概略図である。

【図3】 図1における、発生的アルゴリズムと制限エンジンによって行われるプロセスの概略図である。

【図4】 図1における、プレゼンテーション レイヤーが与える、種々の画面の図である。

【図5】 図1における、プレゼンテーション レイヤーが与える、種々の画面の図である。

【図6】 図1における、プレゼンテーション レイヤーが与える、種々の画面の図である。

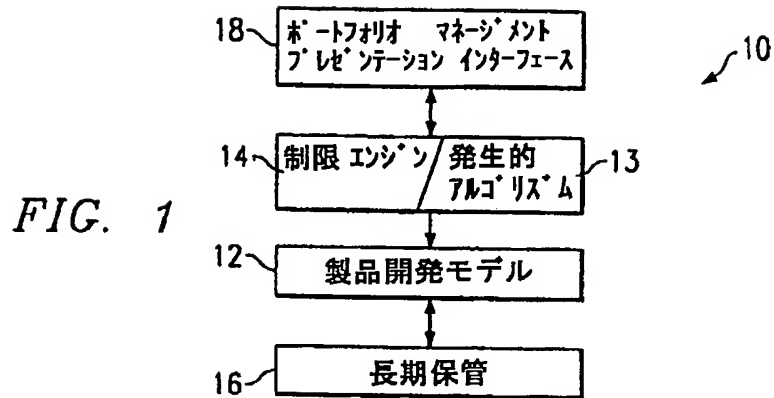
【図7】 図1における、プレゼンテーション レイヤーが与える、種々の画面の図である。

【図8】 図1における、プレゼンテーション レイヤーが与える、種々の画面の図である。

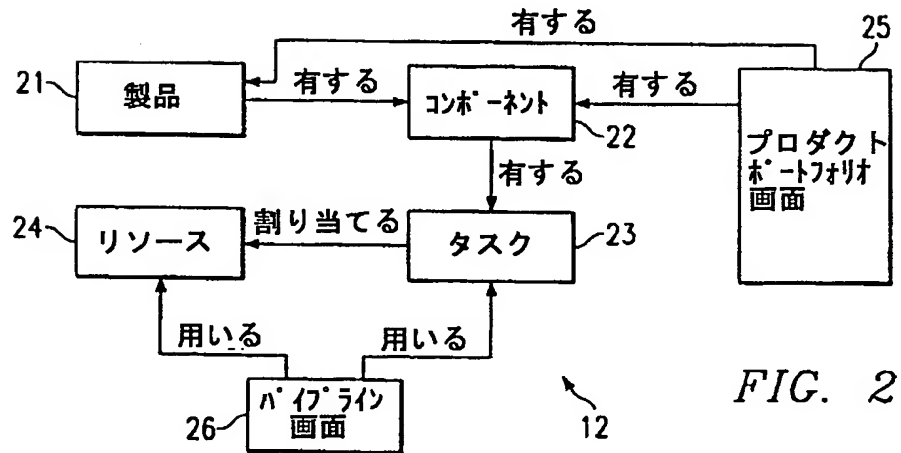
【図9】 図1における、プレゼンテーション レイヤーが与える、種々の画面の図である。

【図10】 図1における、プレゼンテーション レイヤーが与える、種々の画面の図である。

【図1】



【図2】



【図3】

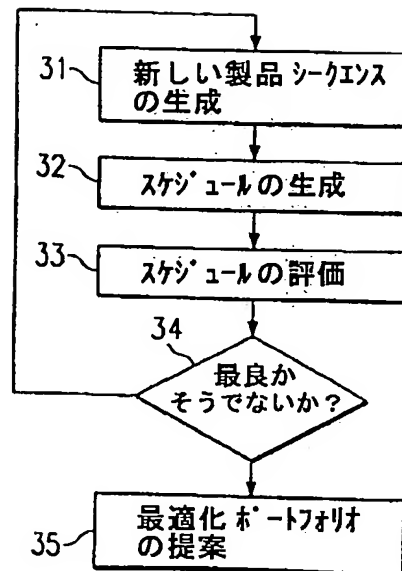
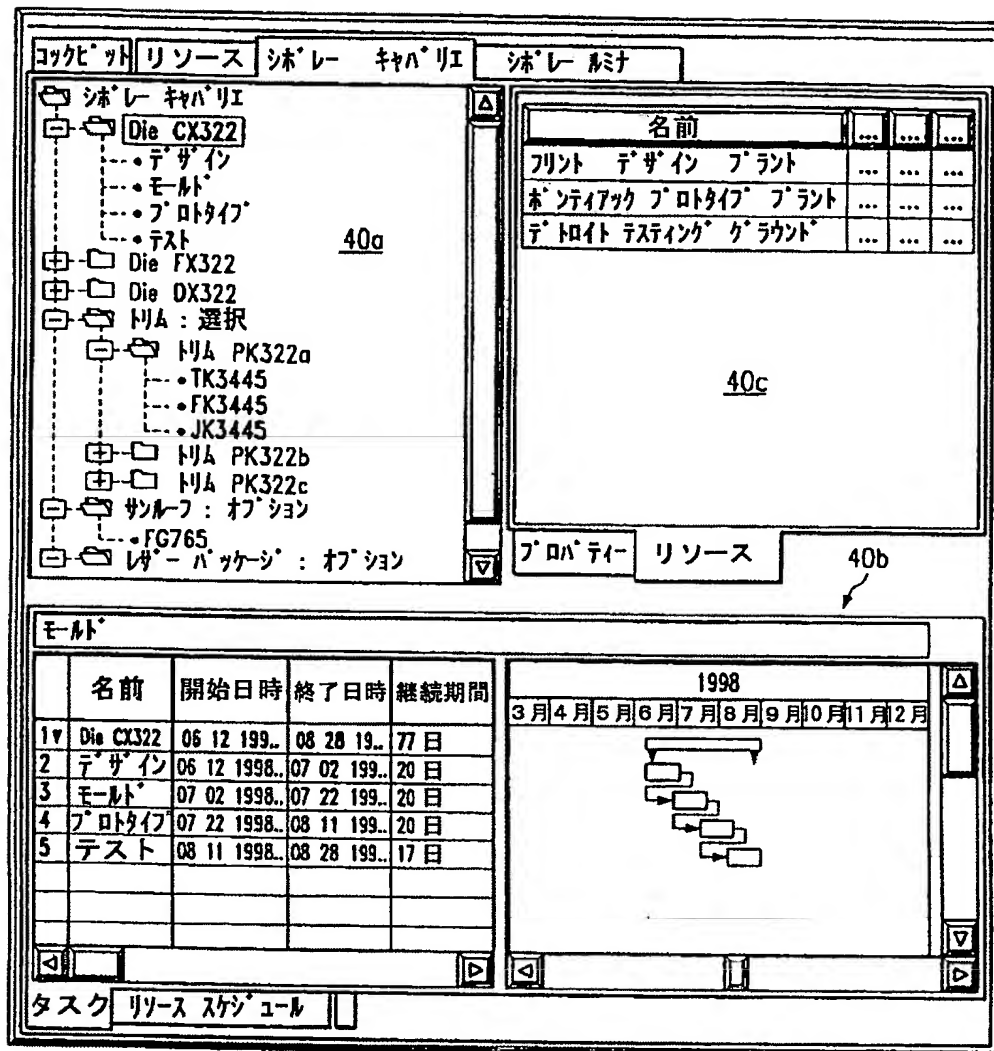


FIG. 3

【図4】

FIG. 4



【図5】

FIG. 5

40

FIG. 5 is a screenshot of a software interface for project management, labeled 40. The interface is divided into several sections:

Top Section: Contains tabs for "ロケビット" (Location Bit), "リソース" (Resources), "シムレ キャパリ" (Simulation Capacity), and "シムレ ルミ" (Simulation Lumina). The "リソース" tab is active.

Left Panel (40a): A tree view showing a hierarchy of resources. The root is "シムレ キャパリ", which branches into "Die CX322", "Die FX322", and "Die DX322". Each die has sub-items: "デザイン" (Design), "モールド" (Mold), "プロトタイプ" (Prototype), and "テスト" (Test). Below these are "リム: 選択" (Rim: Select), "リム PK322a", and "リム PK322b".

Right Panel (40c): A table with the header "名前" (Name). It lists four items: "プリント デザイン プラント" (Print Design Plant), "ホントイック プロタイプ プラント" (Hontoyick Prototype Plant), and "デトロイト テスティング クラウド" (Detroit Testing Cloud). Each item has three empty columns for data entry.

Bottom Section (40b): A detailed resource management area. It includes a table for resource names and descriptions, a calendar view for scheduling, and a table for resource allocation.

Resource Name Table:

| リソースの名前 | ディスクリプション |
|-------------------|-----------|
| プリント デザイン プラント | なし |
| イノイ モルディング ワークス | なし |
| ホントイック プロタイプ プラント | なし |
| デトロイト テスティング クラウド | なし |

Scheduling Calendar: A grid showing dates from '98-6-28 to '98-9-20. Resources are assigned to specific dates: "デザイン" (Design) on '98-6-28, "モールド" (Mold) on '98-7-19, "プロトタイプ" (Prototype) on '98-8-16, and "テスト" (Test) on '98-9-13.

Resource Allocation Table:

| 名前 | 開始日時 | 終了日時 | ディスクリプション | クエリ |
|----|------|------------------|------------------|-----|
| 1 | モールド | 08 02 1998 00:00 | 08 24 1998 00:00 | 最適化 |

Bottom Bar: Contains buttons for "タスク" (Task) and "リソース スケジュール" (Resource Schedule).

【図6】

FIG. 6

60

| | | | |
|--------|------|-------------|----------------|
| コックピット | リソース | リズム TTM 1.0 | リズム シーケンサー 2.0 |
|--------|------|-------------|----------------|

| プロジェクトポートフォリオ | | | | |
|---------------|---------------|------|---------|---------|
| 名前 | 完成日時 | 継続期間 | ROI | NPV |
| シムレーキハリエ | 1998-09-01... | 11ヶ月 | 32%-48% | 1.5-3.5 |
| シムレーミナ | 1998-09-01... | 6ヶ月 | 31%-35% | 3.5-3.8 |
| ビュイックリーガル | 1999-01-01... | 8ヶ月 | 23%-42% | 1.5-2.3 |

| 財務詳細 | | | | | |
|-------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Pl... | カテゴリー | FY_1998 | FY_1999 | FY_2000 | FY_2001 |
| 1 | マーケットサイズ | 200 | 1000 | 3000 | 8000 |
| 2 | マーケットシェア | 0% | 30% | 50% | 50% |
| 3 | ユニット販売 | 0 | 300 | 1500 | 4000 |
| 4 | 価格 | 0 | 10 | 10 | 10 |
| 5 | ユニットコスト | 0 | 4 | 2 | 2 |
| 6 | トータルリソース | 0 | 3000 | 15000 | 40000 |
| 7 | トータルコスト | 0 | 1200 | 3000 | 8000 |
| 8 | 総利益 | 0 | 1800 | 12000 | 32000 |
| 9 | オーバーヘッド | 500 | 500 | 5000 | 12000 |
| 10 | 開発コスト | 5000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 11 | 純益 | (5500) | 300 | 6000 | 19000 |

【図7】

FIG. 7

70

タスク開始と終了時間

製品 PPN

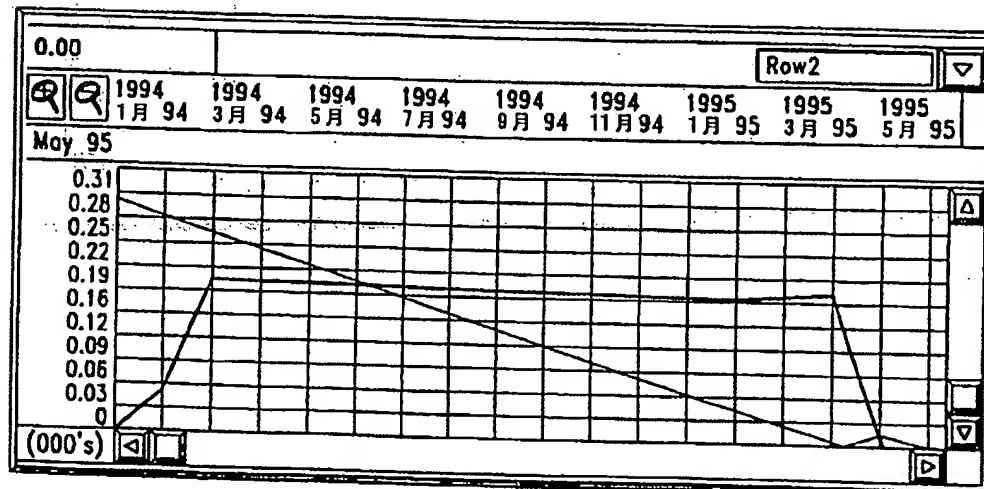
| | 名前 | 実際の開始 | 実際の終了 | 断定継続期間 | 断定変動 |
|---|--------------------|------------|------------|--------|------|
| 1 | なんとか機械の製作 | 1998-04-15 | 1998-04-19 | 5 | |
| 2 | コンポーネントの作成 | | | 6 | |
| 3 | コンポーネントの作成 | | | | |
| 4 | 部品Xの購入 | | | 5 | |
| 5 | コンポーネントの構築 | | | 12 | |
| 6 | なんとか部品2の作成 | | | 13 | |
| 7 | なんとか部品1の 購入又は作成 | | | 14 | |
| 8 | なんとか部品3の作成 | | | 9 | |
| 9 | なんとか部品30の購入 | | | | |

マウスで開始

【図8】

FIG. 8

80



【図9】

FIG. 9

90

| | | | | |
|--------|------|--------------|-----------------|-----------------|
| コックピット | リソース | リスラム TTM 1.0 | リスラム シーケンサー 2.0 | プロジェクト筋書き 1 の開始 |
|--------|------|--------------|-----------------|-----------------|

筋書きの効果

| 基準 | 前 | 後 | 効果 |
|-------------|-----------|-----------|-----------------|
| ポートフォリオ ROI | 30.5% | 32% | +1.5% |
| ポートフォリオ NPV | 3,000,000 | 3,600,000 | +600,000 - +20% |

新たなプロジェクト

| 名前 | 完成日時 | 継続期間 | ROI | NPV |
|-------------|------------------|-------|---------|-----------|
| キャデラック カラ | 1999-01-15 00... | 18 ヶ月 | 15%-52% | 3.6-9.0 |
| オールドモビル カラス | 1999-02-01 00... | 32 ヶ月 | 34%-67% | 20.5-36.7 |

財務詳細

| 場所 | カテゴリー | FY_1998 | FY_1999 | FY_2000 | FY_2001 |
|----|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | マーケット サイズ | 200 | 1000 | 3000 | 8000 |
| 2 | マーケット シェア | 0% | 30% | 50% | 50% |
| 3 | ユニット 販売 | 0 | 300 | 1500 | 4000 |
| 4 | 価格 | 0 | 10 | 10 | 10 |
| 5 | ユニット コスト | 0 | 4 | 2 | 2 |
| 6 | トータル リソース | 0 | 3000 | 15000 | 40000 |
| 7 | トータル コスト | 0 | 1200 | 3000 | 8000 |
| 8 | 総利益 | 0 | 1800 | 12000 | 32000 |
| 9 | Overhead | 500 | 500 | 5000 | 12000 |

【図10】

FIG. 10

100

シナリオ エディター

開始/終了 割り当て 相互優先順位 作成又は購入

選択: リソース 割り当て

6月 1998

| S | M | T | W | T | F | S |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28 | 29 | 30 | | | | |

32
24
16
8
0

デザイン テスティング

リソース キャパシティ
☒ 基準線
☐ 実行

リソース ロット

| 日時 | リソースの名前 | ランク |
|-----------------------|---------|-----|
| 1998-06-15 00:00:00.0 | | 1 |
| 1998-06-20 00:00:00.0 | | 1 |
| 1998-06-21 00:00:00.0 | | 1 |
| 1998-06-27 00:00:00.0 | | 1 |
| 1998-06-30 00:00:00.0 | | 1 |
| 1998-06-30 00:00:00.0 | | 1 |
| 1998-07-01 00:00:00.0 | | 2 |

シナリオ詳細

シナリオ: 領域2のキャパシティの増加

- 開始/終了
- 分配
- 分配
- 分配
- 分配
- 分配
- 分配

| リソースの名前 | 日時 | キャパシティ詳細 |
|-----------|-----------------|----------|
| プリント デザイン | 1998-06-20 0... | 25 |

保存 実行

【国際調査報告】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International Application No. PCT/US 99/20983 |
|---|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G06F17/60 | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G06F | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | KRAUSE F -L ET AL: "MODELLIEREN FÜR DIE PRODUKTENTWICKLUNG" IT + TI INFORMATIONSTECHNIK UND TECHNISCHE INFORMATIK, DE, OLDENBOURG VERLAG, MÜNCHEN, vol. 37, no. 5, 1 October 1995 (1995-10-01), pages 11-17, XP000657467 ISSN: 0944-2774 | 1 |
| Y | abstract page 11 -page 13 | 2-5, 10, 12, 13, 20 |
| Y | US 5 319 781 A (SYSWERDA GILBERT P) 7 June 1994 (1994-06-07) cited in the application abstract; figure 5 column 1, line 30 -column 2, line 52 -/- | 2-5, 10, 12, 13, 20 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. | | |
| * Specified categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 3 February 2000 | | Date of mailing of the international search report 11/02/2000 |
| Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3010 | | Authorized officer van der Weiden, A |

Form PCT/ISA210 (second sheet) (July 1992)

page 1 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 99/20983

| C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|---|--|-----------------------|
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | CHEN Y -M ET AL: "A structured methodology for implementing engineering data management" ROBOTICS AND COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING, GB, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., BARKING, vol. 14, no. 4, 1 August 1998 (1998-08-01), pages 275-296, XP004141043 ISSN: 0736-5845 abstract; figures 1,4 page 278, left-hand column -page 279, left-hand column | 1,10,20 |
| A | LILEGDON W R: "MANUFACTURING DECISION MAKING WITH FACTOR" PROCEEDINGS OF THE WINTER SIMULATION CONFERENCE (WSC), US, NEW YORK, IEEE, 1994, pages 420-426, XP000536700 ISBN: 0-7803-2109-X page 420 -page 421 | 1,10,20 |
| A | US 5 311 438 A (SELLERS R DREW ET AL) 10 May 1994 (1994-05-10) abstract column 2, line 13 - line 44; figures 85,86 column 3, line 58 - line 68; claim 25 | 1,10,20 |
| A | US 5 291 394 A (CHAPMAN WILLIAM) 1 March 1994 (1994-03-01) abstract column 2, line 2 - line 9 | 1,10,20 |

Form PCT/IS/A/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 99/20983

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5319781 A | 07-06-1994 | NONE | |
| US 5311438 A | 10-05-1994 | CA 2070769 A | 01-08-1993 |
| US 5291394 A | 01-03-1994 | DE 4110108 A | 05-12-1991 |
| | | JP 4232566 A | 20-08-1992 |

Form P07/ISA210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

THIS PAGE BLANK (USPT